

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000083

International filing date: 06 January 2005 (06.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-039503
Filing date: 17 February 2004 (17.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.01.2005

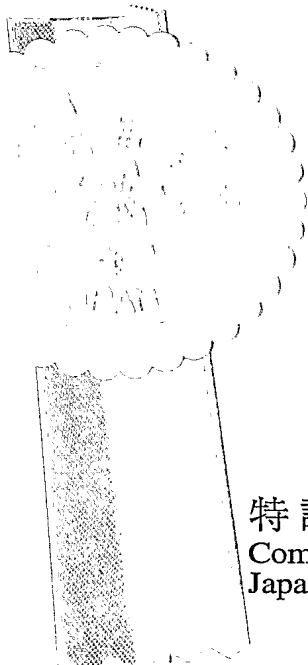
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 1 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 3 9 5 0 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 3 9 5 0 3]

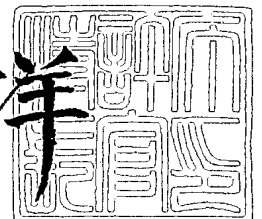
出 願 人 T D K 株式会社
Applicant(s):



特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2 0 0 5 年 2 月 1 7 日

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 99P07083
【提出日】 平成16年 2月17日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G03H 1/22
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 塚越 拓哉
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 吉成 次郎
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 三浦 栄明
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 水島 哲郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000003067
 【氏名又は名称】 T D K株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100076129
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松山 圭佑
【選任した代理人】
 【識別番号】 100080458
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高矢 諭
【選任した代理人】
 【識別番号】 100089015
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 牧野 剛博
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006622
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

参照光及び物体光をホログラフィック記録媒体に照射して、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に回析格子を形成して情報を記録するホログラフィック記録方法であって、

前記物体光の入射角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を中心として前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面内で多段階に回転させ、且つ、前記参照光の入射光軸を、前記ホログラフィック記録媒体への相対的入射角度が一定となるように、前記ホログラフィック記録媒体の回転角度に同期して多段階に切換えて偏向多重記録することを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記ホログラフィック記録媒体の回転中心軸線を Y 軸、前記光軸平面内にあって、前記記録層とはほぼ直交する方向を Z 軸、Y 軸及び Z 軸と直交する方向を X 軸とし、前記ホログラフィック記録媒体を、X、Y 軸方向に相対的に移動させて偏向多重、且つ、シフト多重記録することを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X 軸方向に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程と、次に Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様に X 軸方向に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程及び Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 4】

請求項 2 において、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程と、次に X 軸方向に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様に Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程及び X 軸方向に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 5】

請求項 2 において、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X 軸方向に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程と、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える工程と、Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、これらの工程を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 6】

請求項 2 において、

前記記録層を X 軸方向及び Y 軸方向に複数のホログラムブロックに区画し、
各ホログラムブロック毎に、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X 軸方向に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程と、Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程と、を経て、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度

を切替える毎に、前記同様にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程及びY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項7】

レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を参照光と物体光とに分岐するビームスプリッタと、前記参照光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、前記物体光を前記ホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、を有してなり、

前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、

前記複数の異なる光路の参照光を、対応する異なる入射光軸を通して、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、

前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を通り、且つ、参照光と前記物体光の各々の入射光軸を含む光軸平面と直交するY軸回りに回転可能に支持する回転ステージと、

前記参照光の複数の異なる光路に対応して、各入射光軸からの、前記ホログラフィック記録媒体への参照光の、相対的入射角度が一定となるように、前記回転ミラーと回転ステージとを同期して制御する制御装置と、

を有することを特徴とするホログラフィック記録装置。

【請求項8】

請求項7において、

前記光軸平面内にあつて、前記ホログラフィック記録媒体の記録層とほぼ直交する方向をZ軸、前記Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸としたとき、前記回転ステージをX軸方向及びY軸方向に移動可能に支持する並進ステージを設けてなり、この並進ステージは、前記制御装置により、前記回転ミラー及び回転ステージと同期して制御可能とされたことを特徴とするホログラフィック記録装置。

【請求項9】

参照光及び物体光の照射により、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に形成された回析格子により情報が記録されたホログラフィック記録媒体であつて、

前記回析格子が、記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射したとき複数の回折光を各々異なる方向に発生するように偏向多重記録されていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項10】

請求項9において、

前記光軸平面内にあつて、前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面と直交するとともに前記交点を通る方向をY軸、前記記録層とほぼ直交する方向をZ軸、Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸とし、

前記偏向多重記録された回析格子が、X、Y軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項11】

請求項10において、

前記記録層は、X軸方向及びY軸方向に複数のホログラムブロックに区画され、

各ホログラムブロック毎に、前記偏向多重記録された回析格子が、X、Y軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項12】

請求項9乃至11のいずれかのホログラフィック記録媒体に、その記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射し、発生した複数の回折光を各々別個の撮像素子により受光して、同時に複数の信号を再生することを特徴とするホログラフィックメモリ再生方法。

【請求項13】

請求項9乃至11のいずれかのホログラフィック記録媒体を支持するステージと、

レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を再生用参照光として、前記記録時の、前記参照光の入射光軸の入射角度でホログラフィック記録媒体に導く再生用参照光学系と、

前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、

参照光の入射光軸を通して、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、

前記再生用参照光の入射により、前記ホログラフィック記録媒体から発生する複数の回折光に対応して各々設けられ、対応する回折光を受光して信号を再生する複数の撮像素子と、

を有することを特徴とするホログラフィックメモリ再生装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 において、

前記ステージは、前記光軸平面内にあつて前記ホログラフィック記録媒体の記録層とはほぼ直交する方向を Z 軸、前記 Y 軸及び Z 軸と直交する方向を X 軸としたとき、前記ホログラフィック記録媒体を X 軸方向及び Y 軸方向に移動可能に支持する並進ステージであることを特徴とするホログラフィックメモリ再生装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ホログラフィック記録方法、ホログラフィック記録装置、ホログラフィック記録媒体、ホログラフィックメモリ再生方法及び装置

【技術分野】**【0001】**

この発明は、物体光と参照光とをホログラフィック記録媒体に照射して、その干渉縞により情報を記録するホログラフィック記録方法、ホログラフィック記録装置、これらにより情報が記録されたホログラフィック記録媒体、このホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生するホログラフィックメモリ再生方法及び装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、大容量のデジタル情報を保存できるデータストレージ技術への要求が高まっていて、次世代の大容量・高速ストレージ技術の1つとして、ホログラフィックメモリ技術が期待されている。

【0003】

このホログラフィックメモリ技術では、デジタル情報を数十～数百万ビット毎に2次元のビットマップ画像へ符号化して一度に記録・再生を行なうため、大量のデータの高速転送が可能であり、又、光の回折と干渉性を利用して、ホログラフィック記録媒体の特定の領域に多数のデータページを重畳記録（多重化記録）できるため、大容量ストレージが可能である。

【0004】

又、大容量記録の方法として、非特許文献1に記載されるように、参照光と物体光の、記録媒体への入射位置を順次シフトさせるシフト多重記録の方法がある。

【0005】

上記のような、ホログラフィック記録媒体に記録されたデータページを再生する場合、再生用参照光をホログラフィック記録媒体に照射して、発生した回折光を撮像素子によって受光して、データページを再生するようにしている。

【0006】

【非特許文献1】G.Barbastathis et al., Applied Optics, Vol.35, No.14, p.2403-2417

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

ここで、前記データページの再生速度は、撮像素子のフレームレートによってその上限が規制され、一般的に、撮像素子のフレームレートは数十fpsと遅くなるという問題点があった。

【0008】

これに対して、高速度CCDカメラ等を用いるとフレームレートを速くすることができるが、これらは高価であり、装置コストが増大してしまうという問題点がある。

【0009】

又、ホログラフィック記録では、一般的に、記録密度を増大させると再生時のデータレートが減少し、データレートと記録密度はトレードオフの関係になってしまうという問題点がある。

【0010】

この発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、撮像素子を用いて、記録密度を低下させることなく再生データレートを増大させることができるようにしたホログラフィック記録方法、ホログラフィック記録装置、これらの方法及び装置により情報が記録されたホログラフィック記録媒体、このホログラフィック記録媒体の情報を再生するためのホログラフィックメモリ再生方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者は、鋭意研究の結果、ホログラフィック記録媒体の記録層に対して、参照光の相対的入射角度を一定にして、且つこれら参照光及び記録層の、物体光に対する角度を段階的に変化させることにより、データページを偏向多重記録し、再生時には、1本の再生用参照光の照射により、同時に複数の回折光を異なる方向に発生させてこれを同時に撮像素子で受光することによって、上記目的を達成できることが分かった。

【0012】

即ち、以下の本発明により上記目的を達成することができる。

【0013】

(1) 参照光及び物体光をホログラフィック記録媒体に照射して、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に回析格子を形成して情報を記録するホログラフィック記録方法であって、前記物体光の入射角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を中心として前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面内で多段階に回転させ、且つ、前記参照光の入射光軸を、前記ホログラフィック記録媒体への相対的入射角度が一定となるように、前記ホログラフィック記録媒体の回転角度に同期して多段階に切換えて偏向多重記録することを特徴とするホログラフィック記録方法。

【0014】

(2) 前記ホログラフィック記録媒体の回転中心軸線をY軸、前記光軸平面内にあって、前記記録層とはほぼ直交する方向をZ軸、Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸とし、前記ホログラフィック記録媒体を、X、Y軸方向に相対的に移動させて偏向多重、且つ、シフト多重記録することを特徴とする(1)に記載のホログラフィック記録方法。

【0015】

(3) 前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、次にY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程及びY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とする(2)に記載のホログラフィック記録方法。

【0016】

(4) 前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、次にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様にY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程及びX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とする(2)に記載のホログラフィック記録方法。

【0017】

(5) 前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える工程と、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、これらの工程を繰り返すことを特徴とする(2)に記載のホログラフィック記録方法。

【0018】

(6) 前記記録層をX軸方向及びY軸方向に複数のホログラムブロックに区画し、各ホログラムブロック毎に、前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向

に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を経て、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記同様にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程及びY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とする(2)に記載のホログラフィック記録方法。

【0019】

(7) レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を参照光と物体光とに分岐するビームスプリッタと、前記参照光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、前記物体光を前記ホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、を有してなり、前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、前記複数の異なる光路の参照光を、対応する異なる入射光軸を通して、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を通り、且つ、参照光と前記物体光の各々の入射光軸を含む光軸平面と直交するY軸回りに回転可能に支持する回転ステージと、前記参照光の複数の異なる光路に対応して、各入射光軸からの、前記ホログラフィック記録媒体への参照光の、相対的入射角度が一定となるように、前記回転ミラーと回転ステージとを同期して制御する制御装置と、を有することを特徴とするホログラフィック記録装置。

【0020】

(8) 前記光軸平面内にある、前記ホログラフィック記録媒体の記録層とほぼ直交する方向をZ軸、前記Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸としたとき、前記回転ステージをX軸方向及びY軸方向に移動可能に支持する並進ステージを設けてなり、この並進ステージは、前記制御装置により、前記回転ミラー及び回転ステージと同期して制御可能とされたことを特徴とする(7)に記載のホログラフィック記録装置。

【0021】

(9) 参照光及び物体光の照射により、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に形成された回析格子により情報が記録されたホログラフィック記録媒体であって、前記回析格子が、記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射したとき複数の回折光を各々異なる方向に発生するように偏向多重記録されていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【0022】

(10) 前記光軸平面内にある、前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面と直交するとともに前記交点を通る方向をY軸、前記記録層とほぼ直交する方向をZ軸、Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸とし、前記偏向多重記録された回析格子が、X、Y軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とする(9)に記載のホログラフィック記録媒体。

【0023】

(11) 前記記録層は、X軸方向及びY軸方向に複数のホログラムブロックに区画され、各ホログラムブロック毎に、前記偏向多重記録された回析格子が、X、Y軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とする(10)に記載のホログラフィック記録媒体。

【0024】

(12) 前記(9)乃至(11)のいずれかに記載のホログラフィック記録媒体に、その記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射し、発生した複数の回折光を各々別個の撮像素子により受光して、同時に複数の信号を再生することを特徴とするホログラフィックメモリ再生方法。

【0025】

(13) 前記(9)乃至(11)のいずれかのホログラフィック記録媒体を支持するステージと、レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を再生用参照光として、前記記録時の、前記参照光の入射光軸の入射角度でホログラフィック記録媒体に導く再生用参照

光学系と、前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、参照光の入射光軸を通して、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、前記再生用参照光の入射により、前記ホログラフィック記録媒体から発生する複数の回折光に対応して各々設けられ、対応する回折光を受光して信号を再生する複数の撮像素子と、を有することを特徴とするホログラフィックメモリ再生装置。

【0026】

(14) 前記ステージは、前記光軸平面内にあって前記ホログラフィック記録媒体の記録層とはほぼ直交する方向をZ軸、前記Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸としたとき、前記ホログラフィック記録媒体をX軸方向及びY軸方向に移動可能に支持する並進ステージであることを特徴とする(13)に記載のホログラフィックメモリ再生装置。

【発明の効果】

【0027】

本発明においては、ホログラフィック記録媒体に対して、再生用参照光を照射すると、同時に複数の回折光が異なる方向に生じるので、これらを別個に撮像素子により受光することによって、同時に複数のデータページを再生することができる。従って、高価なCCD等を用いることなく、且つ記録密度を低下させることなく再生データレートを増大させることができるという効果を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

ホログラフィック記録媒体に対して、物体光の入射光軸を一定とするとともに、参照光の入射光軸及びホログラフィック記録媒体を、両者の相対的入射角度を一定に保ったまま、物体光の入射光軸に対して多段階で回転させることにより、偏向多重記録をし、且つ、ホログラフィック記録媒体を、その記録層に沿ってXY方向に移動させることによりシフト多重記録をする。

【0029】

再生時には、前記ホログラフィック記録媒体に対する記録時の参照光の相対的入射角度の方向から再生用参照光を照射して、発生した複数の回折光を各々別個の撮像素子によって受光し、一度に多数のデータページを再生する。

【実施例1】

【0030】

次に、図1～図4を参照して本発明の実施例1に係るホログラフィック記録再生装置10について説明する。

【0031】

このホログラフィック記録再生装置10は、レーザ光源12と、このレーザ光源12から出射されたレーザ光を透過して物体光とすると共に、反射して参照光とするビームスプリッタ14と、前記物体光をホログラフィック記録媒体(以下記録媒体)16に導くための物体光学系18と、前記参照光を前記記録媒体16に導くための参照光学系20と、前記記録媒体16に参照光を照射したときに発生する3本の回折光をそれぞれ別個に受光する撮像素子22A、22B、22Cを含む結像光学系22と、から構成されている。

【0032】

前記物体光学系18は、前記ビームスプリッタ14側から順に、前記ビームスプリッタ14を透過した物体光のビーム径を拡大するためのビームエキスパンダ24と、このビームエキスパンダ24によりビーム径を拡大された参照光を直角に反射するミラー26と、ミラー26で反射された物体光を、記録すべき情報に応じて符号化された2次元のデータ画像であるビットマップ画像が表示され、これにより、物体光を空間変調する空間光変調器28と、この空間光変調器28によりビットマップ画像を付加された物体光をフーリエ変換し、且つ、前記ホログラフィック記録媒体16に集光して入射させるフーリエレンズ30とを、備えて構成されている。

【0033】

前記参照光学系 20 は、前記ビームスプリッタ 14 で反射された参照光を前記記録媒体 16 方向に反射し、且つ、その反射角度を 3 段階に偏向して、参照光が異なる 3 つの光路の 35 A、35 B、35 C のいずれかに選択的に進むように回転可能とされた回転ミラー 32 と、この回転ミラー 32 で反射され、異なる光路を進むいずれの参照光を、前記記録媒体 16 近傍における、前記物体光との交点 19 に入射する入射光軸 38 A、38 B、38 C のいずれかとなるように参照光を屈折させるレンズ群 34 とを備えて構成されている。

【0034】

前記ホログラフィック記録媒体 16 は、前記物体光の入射光軸 18 A 及び参照光の入射光軸 38 A～38 C を含む光軸平面と直交し、且つ、前記交点 19 を通る Y 軸を中心として回転可能に、回転ステージ 36 に支持されている。

【0035】

又、前記結像光学系 22 には、前記撮像素子 22 A、22 B、22 C と前記交点 19 との間に、それぞれの回折光の光路上にフーリエレンズのフーリエ面の画像を更にフーリエ変換するようなレンズ構成である結像レンズ 23 A、23 B、23 C がそれぞれ配置されている。

【0036】

次に、図 2 (A) を参照して、前記回転ミラー 32、レンズ群 34 及び前記記録媒体 16 の光学的位置関係及びレンズ群 34 の構成について説明する。

【0037】

レンズ群 34 は、焦点距離が f_3 のレンズ (凸レンズ) 34 A と、焦点距離が f_4 のレンズ (凸レンズ) 34 B とから構成され、これらレンズ 34 A、34 B は、前記回転ミラー 32 の回転中心と、前記交点 19 を結ぶ光軸上に配置されている。

【0038】

又、回転ミラー 32 の回転中心とレンズ 34 A との距離は f_3 、レンズ 34 A と 34 B との距離は $f_3 + f_4$ 、レンズ 34 B と前記交点 19 の距離は f_4 にそれぞれ設定されている。

【0039】

前記回転ミラー 32 は、前記ビームスプリッタ 14 方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射すべく回転ステージ 33 により一定範囲で回転自在に支持されている。この回転ステージ 33 と、前記記録媒体 16 を回転可能に支持する回転ステージ 36 とは、共に制御装置 38 によって、次のように同期して回転するように制御される。

【0040】

この実施例 1 では、回転ミラー 32 は、回転ステージ 33 によって、図 1 に示されるように、3 本の異なる光路 35 A、35 B、35 C のいずれかの方向に参照光を反射するようにされている。

【0041】

又、前記レンズ群 34 は、前記光路 35 A、35 B、35 C を通る反射光が、図 1、図 2 に示されるように、3 本の入射光軸 38 A、38 B、38 C を経て、前記交点 19 に、参照光として入射するように設定されている。

【0042】

前記回転ステージ 36 は、前記記録媒体 16 を、前記入射光軸 38 A、38 B、38 C に対応して、これら入射光軸から入射した参照光が常に同一角度で記録媒体 16 に入射するように制御装置 38 を介して回転されるようになっている。

【0043】

次に、上記ホログラフィック記録再生装置 10 によって、記録媒体 16 に偏向多重記録をし、且つ、その記録を再生する過程について説明する。

【0044】

レーザ光源 12 から出射されたレーザ光は、ビームスプリッタ 14 を透過して物体光となり、物体光学系 18 における空間光変調器 28 で、記録すべき情報 (データ画像) によ

り空間光変調され、即ちデータ画像が付加され、その状態で、フーリエレンズ30を介して、前記記録媒体16に照射される。

【0045】

前記ビームスプリッタ14において反射された参照光は、回転ミラー32において、前記光路35A、35B、35Cのいずれかの方向に反射される。

【0046】

この参照光は、光路35A、35B、35Cのいずれかにより、対応する入射光軸38A、38B、38Cのいずれかを通して記録媒体16に入射される。

【0047】

従って、記録媒体16において、前記物体光と参照光との干渉により回析格子が形成され、これによって前記データ画像の情報がホログラフィック記録されることになる。

【0048】

ここで、図3を参照して、参照光が順次入射光軸35A、35B、35Cを経て記録媒体16に入射する際における、前記物体光入射光軸18A及び記録媒体16の回転角度との関係について説明する。

【0049】

まず、図3(A)に示されるように、回転ミラー32を、反射光が光路35Aを通る回転位置に設定する。これにより、回転ミラー32で反射された参照光は光路35Aを通り、レンズ群34を経て、前記入射光軸38Aを通して記録媒体16に入射する。

【0050】

このとき、制御装置38により、記録媒体16は、図1、図2、図3における符号16Aで示される位置としておく。

【0051】

次に、回転ミラー32を、反射された参照光が光路35Bを通るように回転してセットする。これにより、参照光は光路35Bから、入射光軸38Bを通して記録媒体16に入射される。

【0052】

このとき、記録媒体16は、図3(B)において実線で示される位置としておく。

【0053】

なお、物体光は、いずれの場合でも、図1～図3において真下方向、即ち、入射光軸38Bと直交する方向の物体光入射光軸18Aを通して記録媒体16に入射するようにセットされている。

【0054】

次に、回転ミラー32を、反射された参照光が光路35Cを通るように回転させる。これにより、参照光は光路35Cから、入射光軸38Cを通して記録媒体16に入射される。このとき、記録媒体16は、図1～図3において符号16Cで示される位置に回転されている。

【0055】

前述のように、入射光軸38Aと符号16Aで示される位置の記録媒体16との角度、入射光軸38Bと図1～図3において実線で示される位置にある記録媒体16との角度、入射光軸38Cと図1～図3において符号16Cで示される位置にある記録媒体16との相対的入射角度は、いずれも一定に維持されていて、これらと物体光軸18Aとの角度のみが3段階に切換えられる。

【0056】

なお、前記回転ミラー32の回転角 θ と記録媒体16への入射角、即ち入射光軸の角度変化 ϕ との間には、次の(1)式、

$$\phi = \tan^{-1} (f_3 / f_4 \cdot \tan 2\theta) \quad \dots (1)$$

の関係となるように、回転ミラー32と回転ステージ36の回転角度が、制御装置38によって制御される。

【0057】

次に、図4 (A) ~ (C) を参照して、前記入射光軸 38 A、38 B、38 C から入射した参照光及び物体光軸 18 A から入射した物体光とによって記録媒体 16 の記録層 17 に形成される回析格子の状態について説明する。図4 (A) ~ (C) における符号 17 A、17 B は記録層 17 を挟み込む基板を示す。

【0058】

まず、図3 (A) に示されるように、参照光が入射光軸 38 A を、又、物体光が物体光入射軸 18 A をそれぞれ通って入射し、且つ記録媒体 16 が図3 (A) において符号 16 A で示される位置の場合、図4 (A) に示されるように、一点鎖線で示される参照光と破線で示される物体光との干渉によって、記録層 17 に回析格子 40 A が形成される。

【0059】

同様にして、参照光が入射光軸 38 B を通って記録層 17 に入射した場合は、回析格子 40 B は図4 (B) に示されるように記録され、参照光が入射光軸 38 C を通って入射したときは、記録層 17 に、図4 (C) で示されるように回析格子 40 C が形成される。

【0060】

図4 (A) ~ (C) のように、記録層 17 に、順次回析格子 40 A、40 B、40 C を形成すると、図4 (D) に示されるように、これらの回析格子 40 A、40 B、40 C が多重記録されることになる。本発明においては、これを偏向多重記録とする。

【0061】

なお、実際の記録光学系では、少なくとも物体光（信号光）は曲面状の波面を持っているので、図4 (A) ~ (D) で示されるような回析格子の状態は、物体光入射光軸 18 A 近傍についてのみ正しいことになるが、図4 (A) ~ (D) においては、これを模式的に示している。

【0062】

なお、前述のように、記録媒体 16 に対する各入射光軸 38 A ~ 38 C は、常に一定角度に維持されているので、記録媒体 16 の、図3 における反時計方向の角度 ϕ の回転に対して、前記回析格子の長手方向は、 $\phi/2$ だけ回転する。

【0063】

この場合、記録媒体 16 における記録層の屈折率 n を考慮すると、前記回析格子 40 A ~ 40 B の回転角は、次の (2) 式で与えられる。

【0064】

【数1】

$$\pm (1/2) \sin^{-1} [1/n \cdot \sin (\phi_0 \pm \phi)]$$

$$\mp (1/2) \sin^{-1} [1/n \cdot \sin \phi_0] \quad \cdots (2)$$

【0065】

ここで、複号は、図4 (A) 及び (C) の場合に相当し、 ϕ_0 は図4 (B) における物体光の入射角、即ち、図4 の例では 45° を表わしている。

【0066】

上記のような回析格子 40 A ~ 40 C が偏向多重記録された記録層 17 に、例えば図3 (D) に示されるように、前記参照光の入射光軸 38 B に沿って再生用参照光 R f を入射させると、図3 (D) 及び図4 (D) に示されるように、前記回析格子 40 A、40 B、40 C によってそれぞれ回折光 D a、D b、D c が、前記撮像素子 22 A、22 B、22 C に向かって発生する。

【0067】

従って、撮像素子 22 A ~ 22 C においては、記録層 17 に記録された3枚のデータ画像が同時に検出され、これらの画像は、エラー訂正、復号化等の信号処理を経てデジタル情報へと再生されることになる。

【0068】

この実施例 1 において、上記のようにして記録層 17 に記録された回折格子（ホログラム）は、記録時の参照光、物体光及び記録媒体 16 の、相対的な幾何学配置が異なっているため、ホログラムを形成している回折格子の格子間隔及び波数ベクトルの比がそれぞれ異なっている。

【0069】

従って、参照光のみを偏向させる通常の方法多重記録とは異なるが、形成された回折格子の様子は同様なものとなる。但し、本質的に異なるのは、いずれのホログラムを記録する際でも、参照光と記録媒体 16 との相対的な位置関係（入射角及び入射位置）が変化していない点である。

【0070】

ホログラム（回折格子 40A～40C）を記録する際の参照光及び記録媒体の回転角 ϕ は、ブラッグ選択性によってホログラム同士が分離再生でき、且つ分離再生された再生像が結像光学系によって空間的に独立に再生できればよい。

【0071】

前者のブラッグ選択性は記録再生光の波長線幅、記録層の厚み及び記録時の幾何学的な光学配置によって決まり、後者の独立な再生は、回転角 ϕ と結像光学系の設計によって決まる。

【0072】

即ち、結像光学系の設計に応じて回転角 ϕ 、従って偏向多重可能な最大ホログラム数が決定される（ブラッグ選択性による制約は通常 1° 以下と小さい。）。

【実施例 2】

【0073】

次に、図 5 を参照して、本発明の実施例 2 に係るホログラフィック記録再生装置 50 について説明する。

【0074】

図 5 において、前記図 1 に示されるホログラフィック記録再生装置 10 の構成要素と同一の構成要素については、図 1 における同一の符号を付することにより説明を省略するものとする。

【0075】

この実施例 2 のホログラフィック記録再生装置 50 は、前記図 1 の実施例 1 に係るホログラフィック記録再生装置 10 に対しては、実施例 1 が、偏向多重記録のみであるのに対して、実施例 2 は、シフト多重記録と偏向多重記録を併用した光学系である点において相違する。

【0076】

具体的には、実施例 1 に対して、実施例 2 のホログラフィック記録再生装置 50 は、ビームスプリッタ 14 と回転ミラー 32 との間の参照光の光路上に、レンズ 52 を設けると共に、記録媒体 16 を支持する回転ステージ 36 を、更に、XY ステージ 54 により支持した点において相違する。

【0077】

この XY ステージ 54 は、図 6 に拡大して示されるように、前記回転ステージ 36 の回転中心軸を Y 軸としたとき、記録媒体 16 に沿う方向を X 軸、直交する方向を Z 軸として、回転ステージ 36 を X 軸方向及び Y 軸方向に並進移動させるものである。

【0078】

前記のように参照光学系にレンズ 52 を設けた場合、参照光は、図 2 (B) に示されるように球面波となって記録媒体 16 に入射する。

【0079】

実施例 2 のホログラフィック記録再生装置 50 により、データ画像の偏向／シフト多重記録を行なう際には、実施例 1 におけると同様に、回転ミラー 32 と記録媒体 16 の角度を多段階に、且つ、同期して変調し、更に、XY ステージ 54 による X 軸方向及び Y 軸方向へのシフトをする。

【0080】

これを詳細に説明すると、前記制御装置 38 は、記録すべきシフト多重位置と偏向多重に基づく記録媒体 16 の回転角を制御するためのコントローラとされ、データの記録過程において、データ画像の多重化順序や移動のタイミングが予め定められたプログラムに基づいていて、このプログラムに応じて、あるいはサーボ系からの位置・角度検出データ（サーボ信号）をも参照しながら制御される。

【0081】

前記制御装置 38 は、プログラムやサーボ信号によって決まる記録媒体 16 の動作に応じて、適切なタイミングで信号を送信し、回転ミラー 32、記録媒体 16 の回転角度、及び X Y ステージはこの信号によって制御される。

【0082】

ここで、図 7 に示されるように、記録時の参照光と物体光とは、前記 Z 軸と X 軸のなす光軸平面内にあるようにセットされ、X Y ステージ 54 は、記録媒体 16 を、X 軸方向及び Y 軸方向に並進移動させる。

【0083】

例えば、回転ミラー 32 と記録媒体 16 の回転させる偏向多重記録は、X Y ステージ 54 によって記録媒体 16 が記録位置に移動する毎によってなされる。

【0084】

前記 X 軸方向へのシフト多重記録、Y 軸方向へのシフト多重記録及び偏向多重記録は、この順序に特に制約は無く、例えば、

- (1) X 軸方向へのシフト多重記録→Y 軸方向へのシフト多重記録→偏向多重記録、
 - (2) Y 軸方向へのシフト多重記録→X 軸方向へのシフト多重記録→偏向多重記録、
 - (3) X 軸方向へのシフト多重記録→偏向多重記録→Y 軸方向へのシフト多重記録、
 - (4) 偏向多重記録→X 軸方向へのシフト多重記録→Y 軸方向へのシフト多重記録、
 - (5) ホログラムブロック（説明後述）内での X Y シフト多重記録→偏向多重記録→ホログラムブロックの蓄積（シフト多重可）、
- 等、種々の多重化順序を採ることができる。

【0085】

次に、図 8 を参照して、ホログラムブロック毎にシフト多重記録及び偏向多重記録を実行する例について説明する。

【0086】

この例は、記録媒体 16 の記録層 17 を、図 8 に示されるような、例えば 6 個のホログラムブロック 56 A～56 F に、プログラム上区画し、各ホログラムブロック 56 A～56 F 毎に、順次又はランダムにシフト多重記録及び偏向多重記録を行なう。

【0087】

この例では、実施例 2 のシフト多重及び偏向多重記録の場合と比較して、各ホログラムブロック 56 A～56 F 間の境界線に跨ってホログラムを形成できないために、記録容量が僅かに低下するものの、種類の異なるデータをホログラムブロック毎に分けて記録することができる。又、記録層 17 自身が多重記録後のポスト露光を必要とする場合、ホログラムブロック毎にポスト露光を実施できるという利点がある。

【0088】

なお、X 軸方向と Y 軸方向のシフト多重では、前記のように、X 軸方向の場合が、隣接ホログラム間距離が短いので、X 軸方向のシフト多重記録を優先する、前記 (1)、(3) 及び (4) の順序とすると、記録媒体の総移動距離が短いために記録再生の速度を高くし易いという利点がある。

【0089】

又、シフト多重記録に対して偏向多重のための位置合わせに長時間を要するような場合には、前記 (1)、(2) の記録順序が好ましく、次に、(5) 又は (3) の記録順序が好ましい。

【0090】

一般的に、ホログラフィック記録の際に、シフト多重記録をすると、例えば非特許文献 1 に記載されるように、記録層中に形成される回折格子の幾何学的形状、即ち信号光（物体光）及び参照光の波面形状を含む幾何学的配置に起因する性質によって、X 軸方向に対して Y 軸方向へのシフト選択性が低い。

【0091】

ここで、「選択性が低い」とは、データ再生時に参照光と記録媒体との相対位置を、該当する軸に沿って並進移動したときに、特定のホログラムによる回折光が検出される移動距離が長いことを意味する。即ち、再生時に要求される機械的精度が緩くなる反面、隣接ホログラム間の距離を長くする必要が生じて、記録密度が小さくなる傾向がある。

【0092】

この実施形態では、上記のように、シフト多重及び偏向多重されたホログラムを再生する場合、各々のシフト多重位置において同時に 3 つの再生像を回折光として得ることができ、撮像素子 22A、22B、22C によってそれぞれ検出される。このようにして、再生時のデータレートが 3 倍に増大されると共に、前記非特許文献 1 に記載された場合のような、シフト選択性が記録密度を制限している場合には、この記録密度を最大 3 倍に増大することができる。

【0093】

なお、上記実施例において、回転ミラー 32 及び記録媒体 16 は 3 段階にその回転角度が変調され、且つその角度間隔が一定とされているが、本発明はこれに限定されるものでなく、3 以上の複数段階に回転ミラー 32 及び記録媒体 16 の回転角度を同期して変調させるようにしても良い。

【0094】

又、回転角度の各段間の角度は、必ずしも等角度とする必要は無く、任意に設定することができる。

【0095】

更に、前記実施例 2 においては、XY ステージ 54 を用いて記録媒体 16 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させているが、これは他の並進機構であっても良い。

【0096】

更に又、上記各実施例は、いずれも記録再生をすることができるホログラフィック記録再生装置に関するものであるが、本発明はこれに限定されるものでなく、記録のみを行なうホログラフィック記録装置あるいは再生のみを行なうホログラフィックメモリ再生装置にも当然適用されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図 1】本発明の実施例 1 に係るホログラフィック記録装置を示す光学系統図

【図 2】回転ミラー、記録媒体、その間のレンズ群の位置関係と回転ミラーと記録媒体の回転角度との関係を拡大して示す光学配置図

【図 3】実施例 1 における偏向多重記録及び再生過程における参照光と物体光及び再生用参照光と記録媒体の回転角度との関係を模式的に示す側面図

【図 4】実施例 1 のホログラフィック記録再生装置により、ホログラムを偏向多重記録する過程及びこれを再生する過程を模式的に示す断面図

【図 5】本発明の実施例 2 に係るホログラフィック記録再生装置を示す光学系統図

【図 6】同実施例における記録媒体、回転ステージ及び XY ステージを拡大して示す平面図

【図 7】同実施例 2 において、記録媒体にシフト多重記録する過程を模式的に示す斜視図

【図 8】実施例 2 により、偏向多重及びシフト多重を併用してホログラフィック記録する他の例を模式的に示す平面図

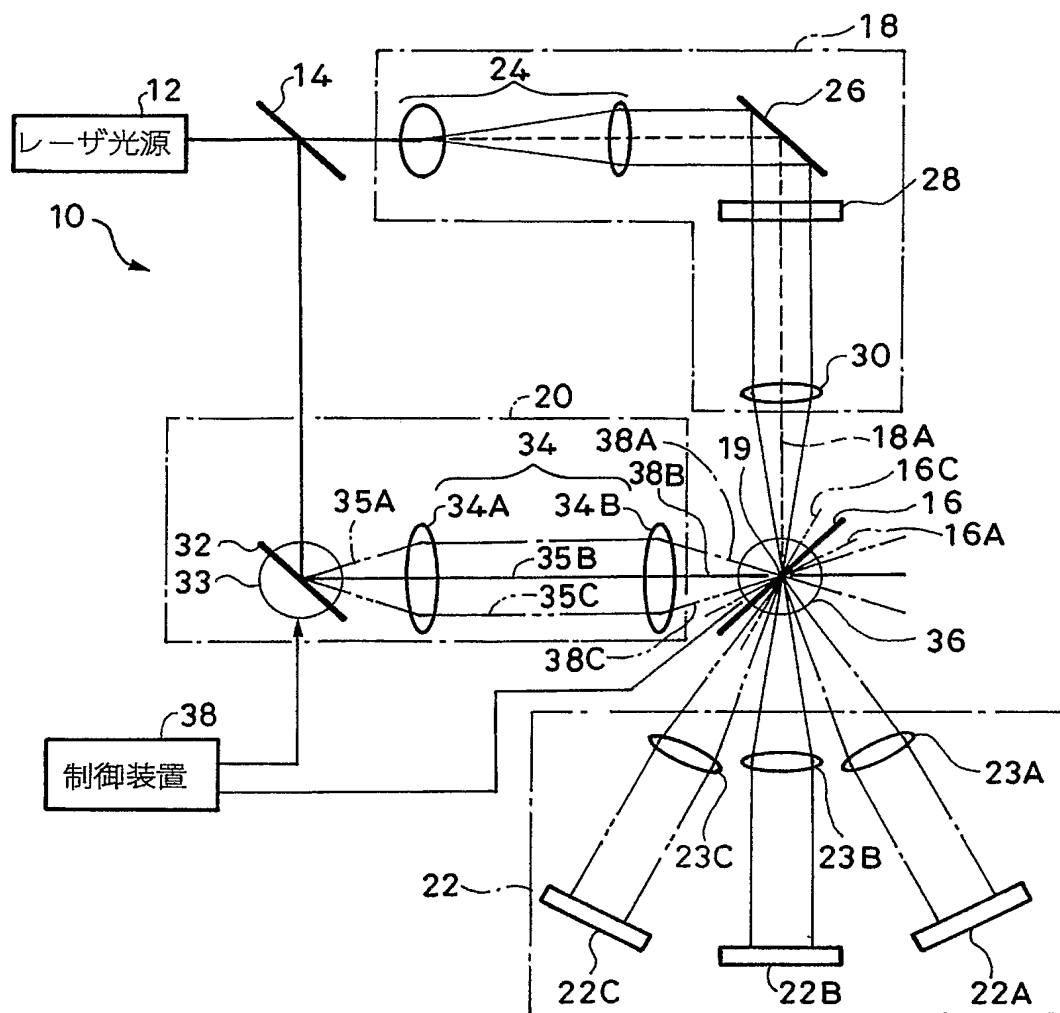
【符号の説明】

【0098】

1 0、5 0…ホログラフィック記録再生装置
1 2…レーザ光源
1 4…ビームスプリッタ
1 6…ホログラフィック記録媒体
1 7…記録層
1 8…物体光学系
1 8 A…物体光入射光軸
1 9…交点
2 0…参照光学系
2 2…結像光学系
2 2 A、2 2 B、2 2 C…撮像素子
2 8…空間光変調器
3 2…回転ミラー
3 4…レンズ群
3 5 A、3 5 B、3 5 C…光路
3 6…回転ステージ
3 8…制御装置
3 8 A、3 8 B、3 8 C…入射光軸
4 0 A、4 0 B、4 0 C…回析格子
5 4…X Yステージ
5 6 A～5 6 F…ホログラムブロック
R f…再生用参照光
D a、D b、D c…回折光

【書類名】 図面

【図1】



10… ホログラフィック記録再生装置

14… ビームスプリッタ

16… ホログラフィック記録媒体

18… 物体光学系

19… 交点

20… 参照光学系

22… 結像光学系

22A,22B,22C… 撮像素子

28… 空間光変調器

32… 回転ミラー

33… 回転ステージ

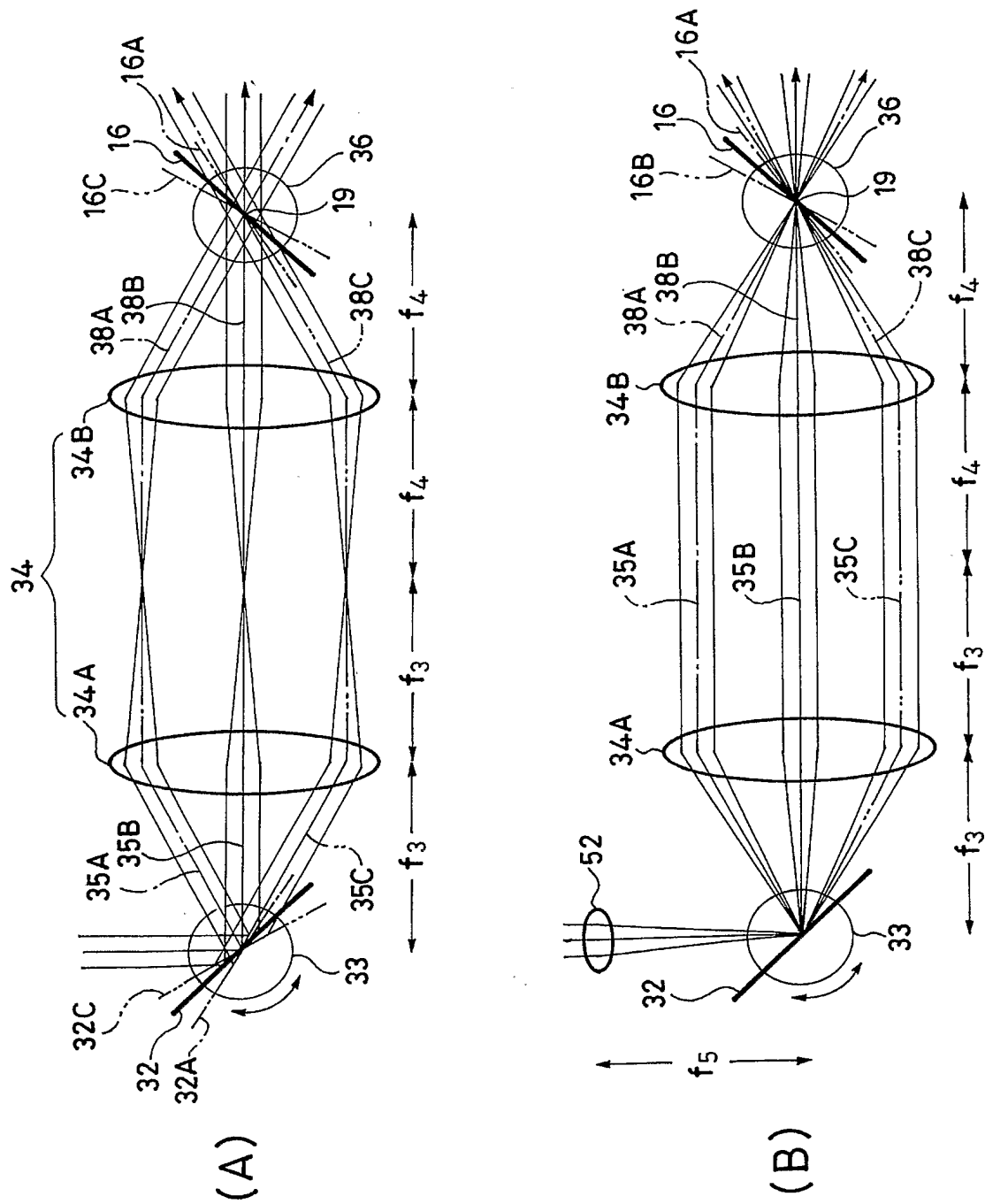
34… レンズ群

35A,35B,35C… 光路

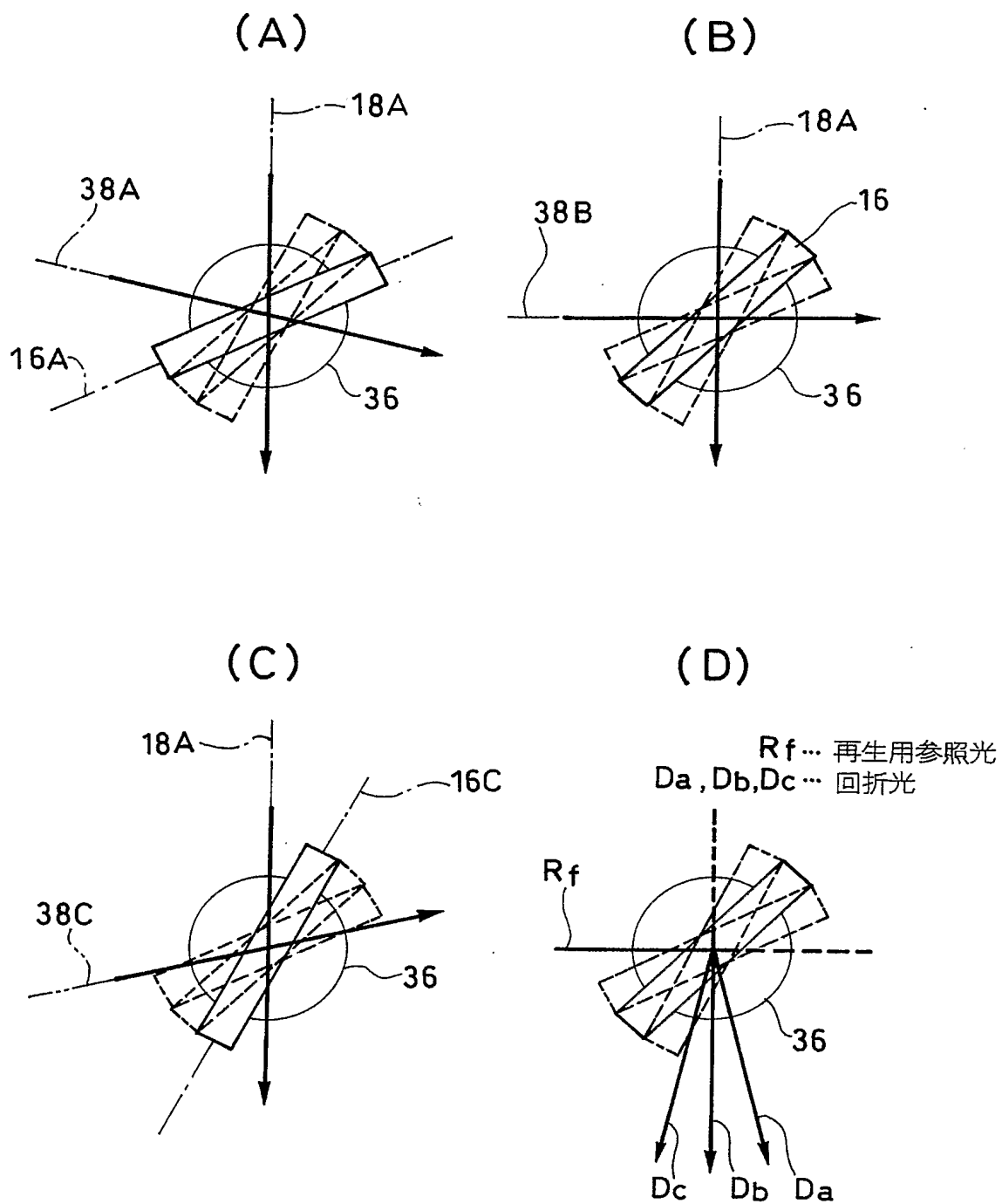
36… 回転ステージ

38A,38B,38C… 入射光軸

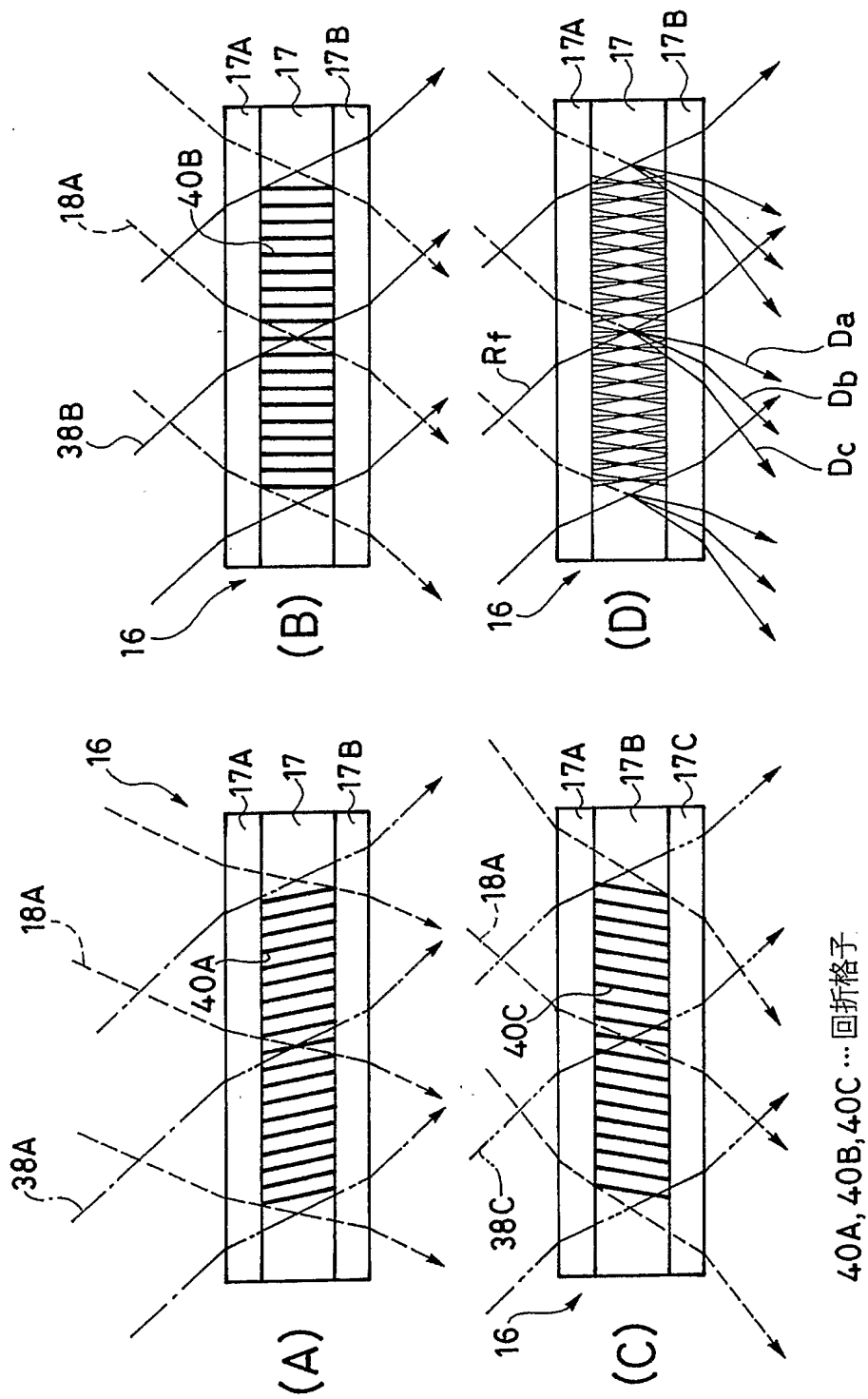
【図2】



【図 3】

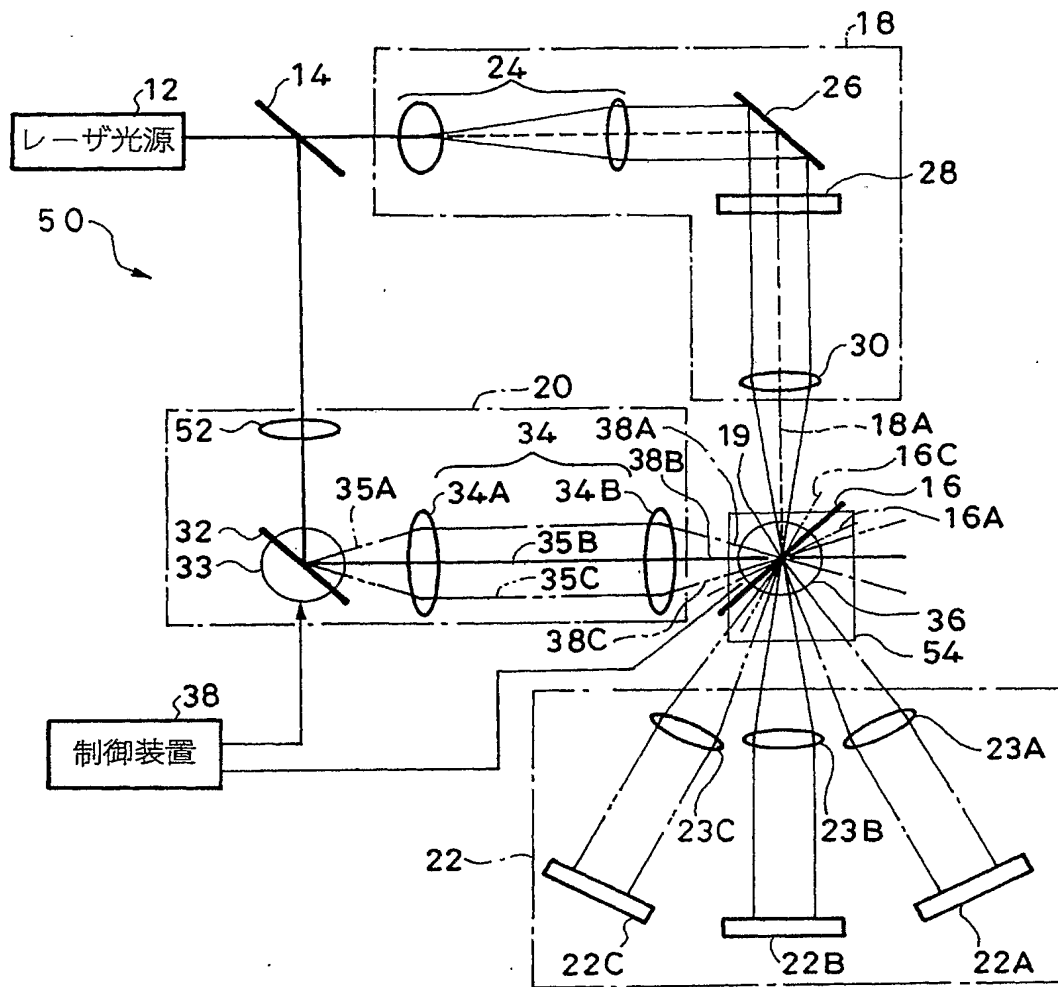


【図 4】



40A, 40B, 40C ... 回折格子

【図 5】

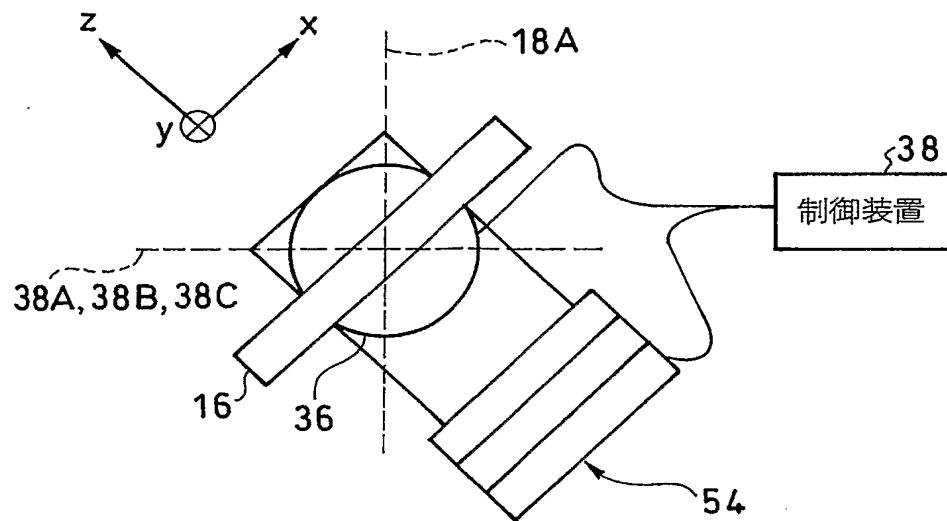


50 … ホログラフィック記録再生装置

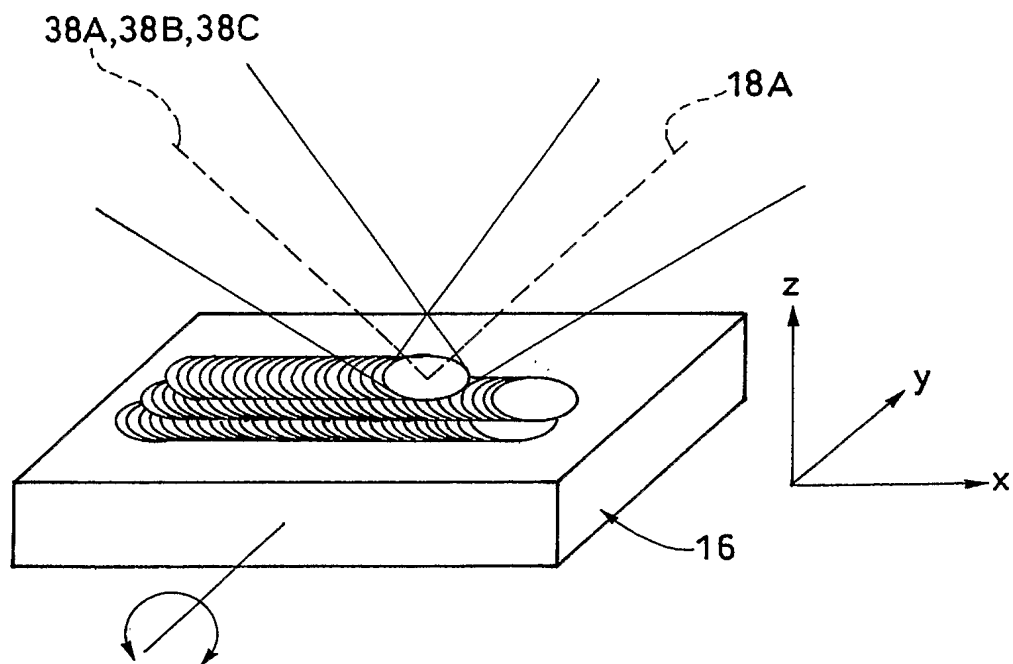
52 … レンズ

54 … XYステージ

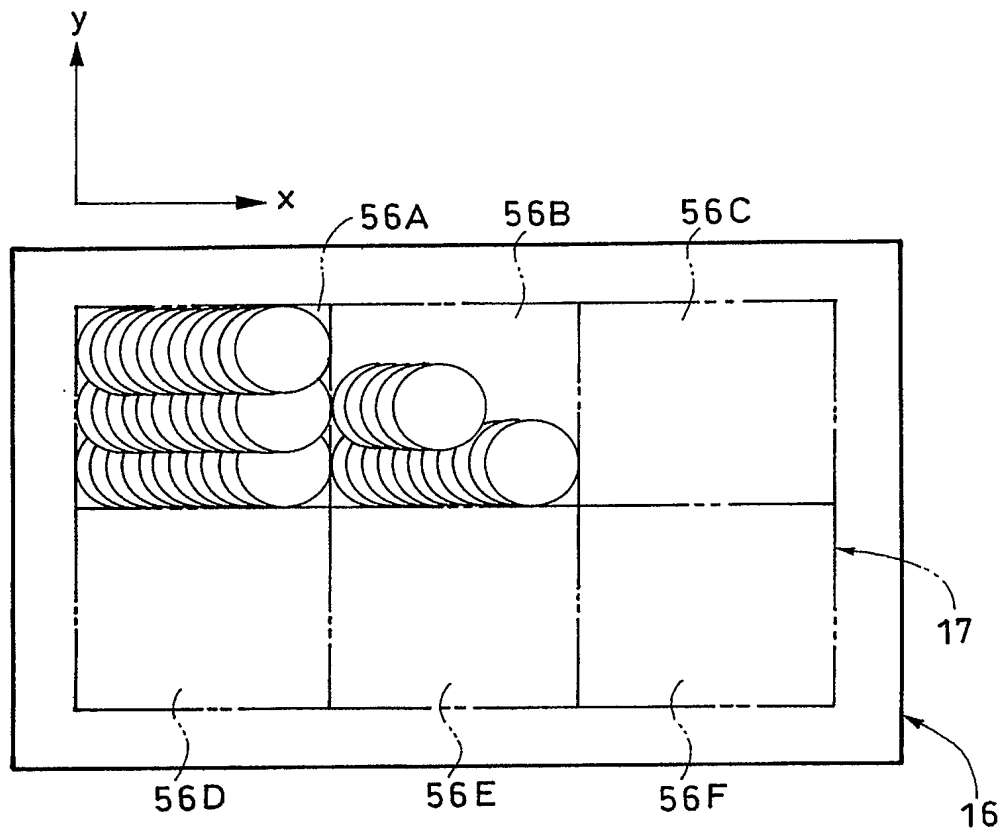
【図 6】



【図 7】



【図 8】



56A, 56B, 56C, 56D, 56E, 56F … ホログラムブロック

【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 ホログラムの再生時に、1回の再生用参照光の照射により、同時に複数のデータ画像を再生できるホログラフィック記録再生方法及び装置を提供する。

【解決手段】 ホログラフィック記録再生装置 10 は、ホログラフィック記録媒体 16 に対して、固定した物体光入射光軸 18 A から物体光を照射すると共に、参照光を、回転ミラー 32 の角度を多段階に変調することによって、複数の入射光軸 38 A ~ 38 C から参照光をホログラフィック記録媒体 16 に選択的に入射させ、ホログラフィック記録媒体 16 は、回転ステージ 36 によって、各入射光軸 38 A、38 B、38 C を通って選択的に入射する参照光に対して同一角度となるように回転される。データ画像再生時には、1本の参照光の照射によって、ホログラフィック記録媒体 16 の記録時の回転角度に応じて、異なる方向に複数の回折光が発生し、これを 3 個の撮像素子 22 A、22 B、22 C によって同時に受光する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 3 9 5 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 6 7]

1. 変更新月日	2 0 0 3 年 6 月 2 7 日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号
氏 名	T D K 株式会社